

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-065612

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H04B 7/26

H04B 1/04

(21)Application number : 09-155488

(71)Applicant : NOKIA MOBILE PHONES LTD

(22)Date of filing : 12.06.1997

(72)Inventor : HONKASALO ZHICHUN

HAEMAE LAEINEN JARI

JOKINEN HARRI

RICHARD FEHLMANN

(30)Priority

Priority number : 96 962510

Priority date : 17.06.1996

Priority country : FI

## (54) TERMINAL EQUIPMENT OF CELLULAR RADIO SYSTEM AND METHOD FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN BASE STATION

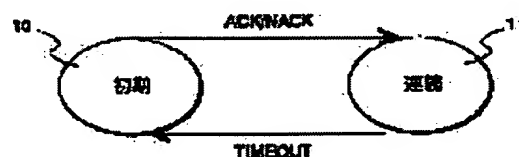
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable to control a transmission power with a consideration of a special necessity in a packet exchange link by annexing a features of open-loop control and closed-loop control.

SOLUTION: A radio connection of a terminal equipment to a base station composed of an alternative initial state 10 and a continuous state 11. In the initial state 10, feed-back information concerning the quality of a received signal is not used for controlling power in the terminal equipment at a transmission side and transmission power is controlled based on a

measurement value of a signal which is regularly transmitted from a base station. Positive or negative feed-back ACK/NACK from an equipment at a reception side shifts the equipment at the transmission side to the continuous state 11. Evaluation for generating the default value of transmission power in the initial state 10 is continuously executed even when the transmission side equipment is in the continuous state 11. In this

case, a value of transmission power in a continuous state is decided in accordance with the both of the transmission power default value and feed-back from the reception side equipment.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

01.05.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

10.08.2004

[Kind of final disposal of application other than

3

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-65612

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 B 7/26 1/04	1 0 2		H 0 4 B 7/26 1/04	1 0 2 E

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平9-155488

(22) 出願日 平成9年(1997) 6月12日

(31) 優先権主張番号 9 6 2 5 1 0

(32) 優先日 1996年6月17日

(33) 優先権主張国 フィンランド (F I)

(71) 出願人 590005612

ノキア モービル フォーンズ リミティ  
ド

フィンランド国, エフアイエヌ-02150  
エスボー, ケイララーデンティエ 4

(72) 発明者 ジーシュン ホンカサロ

フィンランド国, エフイーエン-01660  
バンター, ハラバクヤ 12

(72) 発明者 ヤリ ヘメレイネン

フィンランド国, エフイーエン-33720  
タンベレ, マッティ タピオン カトゥ  
1 エフ 17

(74) 代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

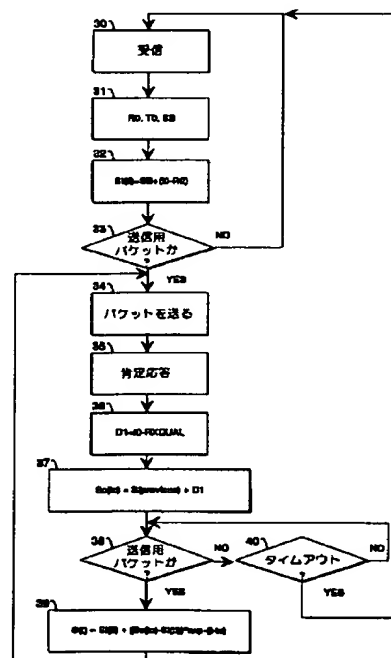
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セルラー無線システムの端末装置および基地局における送信電力制御方法

(57) 【要約】

【課題】 パケット交換リンクの特別の必要性を考慮に入れてセルラー無線システムにおける送信電力を少ない信号量で制御できるようにする。

【解決手段】 接続形成前及びパケット間の長い休止の間、端末装置は基地局からの制御信号を測定し (30、31)、その信号電力 (R0) を基地局が保持する目標レベルと比較する。基地局は制御信号で送信電力も知らせ、端末装置は同じ電力を該目標レベルとリンクの測定された質との差 (t0-R0) だけ補正して送信電力とする (32)。リンクの測定された質 (RXQUAL) も肯定応答メッセージで送られ、送信側では質が一定の目標レベルになるように送信電力を変更する。変更の最大幅はパケットの長さにより決定される。ダウンリンク方向のパケット転送では、基地局は初めに最大電力を使用し、その後は端末装置から送られた肯定応答内の測定情報に基づいて送信電力を補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 端末装置と基地局との無線接続は択一的な第1状態(10)と第2状態(11)とから成り、その第1状態では該端末装置は該基地局から規則的に送られる信号を受信し(30)、該第2状態では該端末装置はそれに加えてデータをバケットとして該基地局に送る(34)様になっている、セルラー無線システムの端末装置における送信電力制御方法において、前記第1状態では前記端末装置における送信電力のデフォルト値の制御は該基地局から規則的に送られる信号の測定(31、32)に基づいており、前記第2状態では前記端末装置における送信電力の制御はデータ転送リンクの質に関して該基地局から送られるフィードバックと(35、36、37、39)、該基地局から規則的に送られる他の信号の測定との両方に基づいて行われることを特徴とするセルラー無線システムの端末装置における送信電力制御方法。

【請求項2】 前記第1状態では前記端末装置における送信電力のデフォルト値の制御は、該基地局から規則的に送られる信号の信号電力(R0)の測定に基づいて行われることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記基地局が規則的に送信する前記信号の送信電力(SB)と、前記端末装置が送信したバケットを前記基地局が有利に受信できるリンクの質のターゲットレベル(t0)とを前記端末装置が知っているとき、前記端末装置は、自分の送信電力のデフォルト値を、下記の式：

$$S_i(t_i) = SB + (t_0 - R_0)$$

により決定される値 $S_i(t_i)$ と一致するように補正するようになっており、ここでSBは前記基地局の送信電力であり、t0はリンクの質の前記ターゲットレベルであり、R0は前記信号の受信時に該端末装置により測定された信号電力であることを特徴とする請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記第1状態では、前記端末装置における送信電力のデフォルト値の制御は、該基地局から規則的に送信される信号のC/I比の測定に基づいて行われることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】 前記第2状態では、前記端末装置の送信電力の制御のために、前記基地局から送信される一定の肯定応答メッセージにより運ばれる、データ転送リンクの質を表す該フィードバックの意味は、前記端末装置による問題のフィードバックの受信から経過した時間が長いほど、小さくなることを特徴とする請求項1から4のいずれか一項に記載の方法。

【請求項6】 前記第2状態になっている該端末装置は、最後に送信されたバケットに関するフィードバックの受信から該端末装置が次のバケットの送信を開始せずに所定限界時間が経過したときに(TIMEOUT)、該第1状態に移行することを特徴とする請求項1から5

のいずれか一項に記載の方法。

【請求項7】 前記所定限界時間は、同じバケット交換無線接続中に以前に送信電力が補正された回数が少ないほど、長いことを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】 前記第2状態において、一定の時に次のバケットのために計算される送信電力の値は下記の式：  

$$S(t) = S_i(t_i) + (S_c(t_c) - S_i(t_i)) * e^{-\alpha(t - t_c)}$$

に従い、ここで $S_i(t_i)$ は該基地局から規則的に送信される信号の測定に基づいて計算される送信電力のデフォルト値であり、 $t_i$ は $S_i(t_i)$ を計算するために使われる平均された時間であり、 $S_c(t_c)$ は該基地局から送信されるフィードバックに基づいて計算される送信電力であり、 $t_c$ は $S_c(t_c)$ を計算するために使われる平均された時間であり、 $\alpha$ は正のパラメータであることを特徴とする請求項1から7のいずれか一項に記載の方法。

【請求項9】 該端末装置は、新しい送信電力の値を決定したとき、その送信電力を送信電力の前の値から送信電力の前記の新しい値へ向かって一定の限界ファクターより大きくは変化させないことを特徴とする請求項1から8のいずれか一項に記載の方法。

【請求項10】 前記限界ファクターは、データ転送リンクで送られるべきバケットのサイズに基づいて決定されることを特徴とする請求項9に記載の方法。

【請求項11】 データ転送リンクで送られるべきバケットが長いほど前記限界ファクターは大きいことを特徴とする請求項10に記載の方法。

【請求項12】 前記端末装置が前記第2状態で自分が送ったバケットに対する肯定応答を全く受け取らなければ、前記端末装置はその送信電力を増大させることを特徴とする請求項1から11のいずれか一項に記載の方法。

【請求項13】 基地局と少なくとも1つの端末装置との無線接続は択一的な第1状態(10)と第2状態(11)とから成り、その第1状態では該基地局は制御信号を規則的に送信し、該第2状態では該基地局はそれに加えてデータをバケットとして端末装置に送るようになっているセルラー無線システムの基地局における送信電力制御方法において、前記第1状態では前記基地局での送信電力のデフォルト値は該基地局の最大送信電力と同じであり、前記第2状態では前記基地局での送信電力の制御は、該端末装置から送られる、データ転送リンクの質についてのフィードバックと(35、36、37、39)、前記端末装置の前の肯定応答メッセージの該基地局による受信から経過した時間とに基づいて行われることを特徴とするセルラー無線システムの基地局における送信電力制御方法。

【請求項14】 前記第2状態では、前記端末装置から送信される、データ転送リンクの質を表すフィードバックの意味は、前記基地局による問題のフィードバックの

受信から経過した時間が長いほど、小さくなることを特徴とする請求項13に記載の方法。

【請求項15】 前記第2状態になっている該基地局は、最後に送信されたパケットに関するフィードバックの受信から該基地局が次のパケットの送信を開始せずに所定限界時間が経過したときに(TIMEOUT)該第1状態に移行することを特徴とする請求項13又は14に記載の方法。

【請求項16】 前記所定限界時間は、同じパケット交換無線接続中に以前に送信電力が補正された回数が少ないほど、長いことを特徴とする請求項15に記載の方法。

【請求項17】 該基地局は、新しい送信電力の値を決定したとき、その送信電力を送信電力の前の値から送信電力の前記の新しい値へ向かって一定の限界ファクターより大きくは変化させないことを特徴とする請求項13から16のいずれか一項に記載の方法。

【請求項18】 前記限界ファクターは、データ転送リンクで送られるべきパケットのサイズに基づいて決定されることを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項19】 データ転送リンクで送られるべきパケットが長いほど前記限界ファクターは大きくなることを特徴とする請求項18に記載の方法。

【請求項20】 前記基地局が前記第2状態で自分が送ったパケットに対する肯定応答を全く受け取らなければ、前記端末装置はその送信電力を増大させることを特徴とする請求項13から19のいずれか一項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、セルラー無線システムの端末装置または基地局における送信電力制御方法に関し、特にパケット交換リンクの特徴を考慮に入れて送信電力を制御する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】無線通信に基づくセルラー通信網は最も広く普及した移動双方向データ転送の形となっている。端末装置と基地局との間のリンクは回線交換されるのが最も一般的である、即ち、問題のリンクが連続的データ転送を必要とするか否かに関わらず、その単一の活動中のデータ転送リンクの使用のために一定の転送容量を完全に保留しておかなければならないのが最も一般的である。この出願においてセルラーシステムの例として取り上げるGSMシステム(Global System for Mobile Communications (広域移動通信システム))では、1つのリンクのために保留されるべきデータ転送容量は、受信周波数と同じく送信周波数で循環的に反復される1つのTDMAタイムスロット(時分割多重アクセス)により形成される1つのトラヒックチャネルである。

【0003】回線交換データ転送では、無線周波数が充

分にあるか無いか問題となる。或る回線交換リンクが実際のデータ転送を時折必要とするだけであるならば、そのために保留されている容量は、残りの時間には無駄に保留されることになる。問題は、データコールのような通信の場合に特に明らかである。パケットの形でのデータ転送が解決策として開発されており、その場合、転送されるべきデータは、受信装置についての情報を含んでいて不規則な間隔で転送されることのできる別々のパケットとされる。パケット同士の間では、それらを転送するために使われる容量を他のリンクにより使用されるように処理することができる。

【0004】しかし、無線送信の送信電力の制御のために、パケットの形でのデータ転送は、回線交換リンクとの関係で知られている方法によっては解決できない問題を引き起こす。本発明の背景を明らかにするために、公知の回線交換セルラー無線システムにおける送信電力の制御と、それに影響を及ぼす要素について次に手短に解説をする。

【0005】セルラーシステムは中央制御装置と、基地局と、基地局との無線インターフェースを有する端末装置とから成る。各基地局及び各端末装置に対して無線送信電力に一定の限界を設定するのが好ましい。端末装置では、送信電力の制限は、他の無線リンクに対する干渉を減少させること、及び装置の電力消費量を減少させること、の両方を狙っている。基地局の送信電力を制限するための決定的な要素は、干渉の減少である。ノイズ及び干渉による顕著なエラーや歪みを伴わずに受信側の装置が送信を受信できる範囲で、送信側の無線装置の送信電力をなるべく小さく制限するのが有益である。電力の制限は無線リンクの質を維持することと密接に関連して、受信された信号の質を表す種々のパラメータが一般にそれに使用される。リンクの質について設定される要件は、そのリンクで転送されなければならない情報の種類に依存する。

【0006】送信電力の制御を開ループ又は閉ループに基づいて行うことができる。開ループ制御では、データ転送は双方向であり、送信側の装置は到着した信号の質に関する如何なる情報もフィードバックとして入手せず、自分が受信した信号のレベルを測定することによって送信電力を変化させることに関する決定を行う。この方法が役に立つのは、送信周波数と受信周波数とが同じで、経路減衰量が両方向で同じであるか、或いは非常に近いので経路減衰量が少なくとも強く相関しているという事実に基づいている。閉ループ制御では、受信側の装置は自分が受け取った信号の質を測定し、それを表すパラメータを送信側の装置に送り返す。閉ループ制御は信頼できる方法であるけれども、信号の受信、質を表すパラメータの処理、送信側の装置への情報の返送に時間がかかる。また、閉ループ制御は、無線リンクのために必要な通信量を増大させる。

【0007】電力制御と関係のある、信号の減衰に起因するファクターは低速のものと高速のものに分類される。低速のフェージングは、端末装置と基地局との間の距離が変化することや、或いは、何らかの物体又は無線波の伝播を妨げる何らかの地形に起因して受信が困難になっている場所に端末装置が入りこんでしまったことなどから起こる。これらのファクターはアップリンク及びダウンリンクの無線接続に同様に影響を及ぼし、それぞれの時間スケールは数秒の範囲である。高速のフェージングは、異なる経路を伝播する波の破壊的影響が無線受信装置で起こるといふ事実に起因しており、そしてそれは通常1秒未満の間起こる。また、高速フェージングのアップリンク及びダウンリンクの無線接続に対する影響は相関しない。

【0008】例えばGSMシステムに適用される公知の閉ループ制御方法では、受信された信号レベルを少なくとも0.5秒間にわたって測定しなければならず、その後その結果を、即ち測定報告を、端末装置から基地局コントローラへアップリンク方向に送るのに約0.5秒間かかる。基地局コントローラは通常は受信した測定報告を約2秒間にわたって平均し、受信結果を端末装置に送るのに再び0.5秒間かかる。従って、累積遅延は数秒間となる。

【0009】パケットデータ通信では、一定の送信のために無線チャネルは一度に約50msないし5秒間にわたって保留される。上記の閉ループ制御方法は、送信側の装置には送信が終わるまでは如何なる制御メッセージを受け取る時間もないので、この種の無線送信には適用できない。制御メッセージがちょうど良いときに到着した場合でも、送信の電力が適正でない部分は時間に関して不当に長すぎる。

【0010】当業者にとっては、この技術分野で知られている方法で遅延を短くすることによって上記の閉ループ制御を高速化し得ることは明かである。また、平均する動作を受信側の装置から送信側の装置に移すこともできるが、そうすると信号量が増えて送信側の装置がより複雑となる。米国特許第5465398号から、無線ローカルネットワークの受信装置が首尾良く受信した全てのパケットから信号電力を測定し、それを、記憶されている、パケットを首尾良く受信できる最低電力値と比較する方法が知られている。受信装置は、受信した信号電力とその最低電力との差に関する情報を送信側の装置に送る。送信側の装置は、受信した差から移動平均を計算して、その差の平均値が所定の限界値に近くなるように送信電力を調整する。

【0011】しかし、上記刊行物が提案した電力制御方法は、もしパケット同士の間の時間がフェージング効果が顕著に変化し得るような長さの時間であるならば、受信したパケットから計算した量は最早有効ではないので、主として連続送信や、無線信号のフェージングが時

間の経過に連れて変化しないような場合に、適用可能である。そこで、上記刊行物が提案した方法は、使用地域が一般に周囲のオフィスで端末装置が使用中基地局に関して殆ど移動しないような無線ローカルネットワーク向けのものである。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、無線パケット交換リンクを伴う装置がそのパケット交換リンクの特別の必要性を考慮に入れてその送信電力を制御できるようにする方法を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明の目的は、閉ループ制御及び閉ループ制御の特徴を併合して、閉ループが必要とするフィードバック情報を、一定のパケットが首尾良く受信されたことを表す肯定応答パケットに添付し、この種の肯定応答パケットを使用できないときに閉ループ制御を使用するようにすることによって、達成される。

【0014】本発明の方法は、送信側の装置の第1状態においては送信電力は一定のデフォルト値を有し、送信側の装置の第2状態では、送信電力制御は、一定のデフォルト値とともに、受信側の装置の肯定応答メッセージにより与えられるデータ転送リンクの質に関するフィードバック情報にも基づいて行われることを特徴とする。端末装置の側では、このデフォルト値は基地局から規則的に送信される信号の測定に基づいており、基地局の側では、デフォルト値は最大電力と、前の肯定応答メッセージから経過した時間とに基づく。

【0015】本発明の方法では、送信を行う無線装置は、送信を開始する前と、送信と送信との間とに、送信に必要な最低電力を定期的に評価する。この評価により決定された値は送信電力デフォルト値と呼ばれる。逆方向の無線送信の特徴に、又は他の何らかの方法で形成される、無線波の伝播状態がどの様に变化するかに関する仮定に基づいて、この評価を行わせることができる。送信側の装置は、データパケットを送った後、使用されているデータ転送プロトコルに従って受信側の装置から肯定応答を受け取るが、それには送信がどの様にうまく行われたかに関する情報が受信側の装置によって添付されている。送信側の装置は、前記肯定応答に含まれているフィードバックに基づいて送信電力の補正を計算する。同時に、送信側の装置は受信側の装置からの如何なるフィードバックも無しに、送信電力の必要量を連続的に評価する。送信電力の値は、フィードバックと、送信電力のデフォルト値と、一定の境界値により設定される範囲内での、フィードバックの受信からの経過時間とに基づいて決定される。この様に、本発明の方法は、閉ループ制御及び開ループ制御の両方に関連する特徴を持っている。

【0016】セルラーシステムでは本発明の適用は、基

地局が関係しているか、それとも端末装置が関係しているかによる。即ち、公知の解決策では、基地局は連続的に又は少なくとも非常に規則的に一定の制御メッセージを送り、端末装置は、自分が受け取ったその制御メッセージに基づいて、無線波の伝播状態の変化に追従して、自分が維持している送信電力のデフォルト値を更新することができる。端末装置は連続的に送信を行うわけではないので、基地局は全く同じ方法を使用することはできない。基地局で時折行われるパケットの形で送信の電力制御は、例えば前のパケットの送信から経過した時間が長いほどデフォルト値が（一定の境界値内で）大きく

【0017】次に、好ましい実施例と添付図面とを参照して本発明を一層詳しく説明する。

【0018】

【発明の実施の形態】本発明はセルラー無線システムに適用されるべきものであり、このシステムではパケットの形でデータ転送に関連する送信電力を制御する可能性が少なくとも端末装置（例えば、移動電話）と、好ましくは基地局とにも、留保されている。利用可能な電力範囲は一定の最大値と最小値とによって限定されており、主たる目的は、リンクの質が一定の所要基準を達成するように、電力を何時でもなるべく低く調整することである。この出願では、GSMシステムをセルラーシステムの例として取り上げ、GPRSパケットプロトコル（Global Packet Radio Service（広域パケット無線サービス））をその延長として計画している。GSM及びGPRSに関連する略字及び特別の用語は、本発明の見地からは限定を目的とするものではない。

【0019】GPRSに関するプロトコルに従って、パケットデータ・チャンネルはマスターチャンネルとスレーブチャンネルとに分離される。MPDCHチャンネル（Master Packet Data Channel（マスターパケットデータ・チャンネル））は2つの別々の論理チャンネル・タイプを、即ちPCCCH（Packet Common Control Channel（パケット共通制御チャンネル））とPBCCCH（Packet Broadcast Control Channel（パケット放送制御チャンネル））とを含む。PBCCCHで、基地局は一定の放送型制御信号を規則的に送信する。或るセルで空いているMPDCHチャンネルが無い場合には、パケットリンクに属する制御メッセージは回線交換リンクに定義されている信号伝送チャンネルに沿って送らなければならない。SPDCHチャンネル（Slave Packet Data Channel（スレーブパケットデータ・チャンネル））も2つの別々のチャンネルタイプを、即ちPDTCH（Packet Data Transfer Channel（パケットデータ転送チャンネル））とPACCH（Packet Associated Control Channel（パケット関連制御チャンネル））とを含んでいる。これら2つのうちの後者、PACCH、は受信されたパケットに関連する肯定応答を送るために使用される。本発明の方法は、受信された信

号の質を表してフィードバックとして送信側の装置に送られるべき一定の測定結果を必要とする。その測定結果を、PACCHチャンネルで送られる肯定応答に容易に添付することができる。

【0020】図1は、“初期”状態10と“連続”状態11とを描いた略状態図である。“初期”状態とは、本発明による状態を意味しており、その状態では、送信側の装置は受信された信号の質に関するフィードバック情報を電力を制御するために利用することはできず、送信電力の制御は何らかの種類の開ループ制御に基づかなければならない。受信側の装置からの肯定的又は否定的なフィードバックACK/NACKは送信側の装置を“連続”状態に移行させ、この状態では送信電力の制御は、少なくとも、前の送信の受信がどれだけうまくいったかを表す情報に基づいて行われる。“連続”状態では、送信側の装置は、自分が受信側の装置からフィードバック情報を規則的に受け取ると考える。もし或る与えられた時間内にフィードバック時報を受け取らなければ、送信側の装置は矢印TIMEOUTに従って“初期”状態10に戻り、この状態図に描かれている動作が初めから始まる。

【0021】本発明の好ましい実施例では、“初期”状態10で送信電力のデフォルト値を形成する評価は、送信側の装置が“連続”状態11であるときにも続けて行われる。その場合、“連続”状態での送信電力の値は、送信電力のデフォルト値と受信側の装置からのフィードバックとの両方に応じて決定される。受信側の装置による肯定応答の送信からの経過時間が長いほど送信電力の値に対する送信電力の開ループ型デフォルト値の影響が大きく、且つ受信側の装置から送られるフィードバックの影響は小さい。“初期”状態10へ復帰するTIMEOUTは、前のフィードバックの受信から経過した時間に基づいて生じる。前の肯定応答の受信から所定時間が経過すると、その肯定応答に含まれるフィードバックは完全に無効となり、送信側の装置は完全に“初期”状態10に移行したと見なされることができる。

【0022】本発明においては、“初期”状態というのは、受信側の装置から受け取った有効なフィードバック情報を送信側の装置が送信電力を制御するために利用できない状態のことである。一方、“連続”状態は、送信側の装置の見地からは、次のような状態であることができる、即ち、この状態では、送信側の装置はデータをパケットとして受信側の装置に頻繁に送るので、受信側の装置が、パケットを受け取ったことに対する応答として、該パケットの受信の時に分かったデータ転送リンクの質に関する情報を含む肯定応答メッセージを送るとき、送信側の装置による肯定応答メッセージの受信から次のパケットまでに経過する時間が所定の限界時間より長くはないような状態とすることができる。肯定応答に含まれるフィードバック情報は、前記の所定限界時間

の間、有効であり続ける。

【0023】以下の記述では、初めに端末装置に注目して“初期”状態での送信電力の制御を説明する。データ転送リンクが未だ稼働していないとき、又は該リンクで転送されるべきパケット同士の間長い休止があったときは、送信側の装置は“初期”状態である。端末装置は、該端末装置がB C C Hチャンネル（Broadcast Control Channel（放送制御チャンネル））又はパケットプロトコルに属するP B C C Hチャンネル（Packet Broadcast Control Channel（パケット放送制御チャンネル））又は基地局が無線通信に関連するデータを定期的に送信するその他の対応する信号伝送チャンネルで受け取った信号の電力がどれほどかを定期的に（例えば2秒ごとに又は受信した全てのフレームから）測定する。端末装置は、ハンドオーバーを行わなければならない場合には、いずれにしてもB C C H信号及び／又はP B C C H信号を管理しなければならないので、規則的受信は新しい要件を端末装置の動作に課すものではない。

【0024】基地局は、端末装置がパケットの送信を開始するときに端末装置から該基地局が受け取るべき（d Bスケールでの）最低信号電力がどれほどかを知っているので、基地局で受信される信号の質の標準は許容可能である。基地局は、受信電力の数個の異なるレベルを決定しているのが最も好都合であり、その最小のものはいわゆる感度レベルである。基地局が受信のために必要とする電力レベルは状況に応じて変化するので、本発明の好ましい実施例では、基地局は、B C C Hチャンネル及び／又はP B C C Hチャンネルで送られるべきデータフレームに、必要な電力レベルに関する情報をその都度包含させる。例えば8個のレベルがあれば、それらを1個の整数T 0で記述することができ、本書ではこれをターゲットレベルと称し、値0は基地局が感度レベルでの受信に満足していることを表し、値1は感度レベルより1つ上に対応する、等々であり、値7は最高レベルを意味する。

【0025】ターゲットレベルを決定するために、基地局は、無線リンクについて計算されるべきリンク予算がダウンリンク（基地局から端末装置へ）及びアップリンク（端末装置から基地局へ）で異なることがあるということを考慮しなければならない。リンク予算同士の差を、次のようにターゲットレベルの値T 0で考慮に入れることができる。感度レベルより2レベル上のレベルT 0 = 2で基地局が受信をするのが有利であると仮定しよう。更に、リンク予算計算又は実際の通信に基づいて行われる測定が、端末装置が或るターゲットレベルに関して知られているときに基地局の受信の質のレベルが実際には2レベル低いことを示していると仮定しよう。そこで、もし基地局がターゲットレベルがT 0 = 2であると端末装置に知らせるならば、端末装置から送信されるべき次のパケットの質のレベルは基地局ではT 0 = 0と

なるが、これは感度レベルである。その場合には基地局は、リンク予算の効果を考慮に入れてターゲットレベルがT 0 = 4であることを端末装置に知らせる。当然に、同じ原理がターゲットレベルの任意の値とリンク予算計算に適用される。

【0026】本発明の方法では、端末装置は、B C C Hチャンネル及び／又はP B C C Hチャンネルでの基地局の送信電力がどれほどかを知らなければならない。送信電力の値がシステムの全ての基地局で一定でなければ、各基地局はB C C Hチャンネルで送信される全てのデータフレームに送信電力をd B m単位で表すパラメータS Bを添付するのが好ましい。全ての基地局が公知の公称標準電力レベルを使用していると端末装置が考え、ターゲットレベルを決定するパラメータT 0で実際の電力レベル同士の差を考慮するように、基地局の送信電力に関する絶対的情報を置き換えることができる。もし基地局がターゲットレベルが例えばT 0 = 2であることを望んでいるけれども、それ自身の送信電力は1ターゲットレベル単位だけ高いとすれば、基地局はターゲットレベル・パラメータT 0 = 3を送信する。すると、端末装置は、自分の送信電力を、それがリンクの実際の減衰に対応することとなるように設定する。端末装置は、基地局がもし公称標準電力で送信をすれば受け取ることになるであろう信号レベルより高い信号レベルを受信時に見ることになり、受信されたそのより高いレベルは端末装置の送信電力を必要なレベルより低いレベルに導くことになる。1単位だけ高いターゲットレベル・パラメータが事態を訂正する。この様にして2つの別々のパラメータを送る必要が回避されている。

【0027】端末装置は、B C C Hチャンネル及び／又はP B C C Hチャンネルでデータフレームを受け取った後、受信した信号電力をフレーム毎に測定して、復号により、フレームに含まれているT 0及びS Bパラメータの値を発見する。本発明の別の1実施例では、端末装置は、受信した信号のC / I比（Carrier over Interference ratio（干渉対搬送波比））を測定して、G S M 05、08規格で決められているようにC / I比を受信時の電力レベルとして記述することができる。フレーム時間は通常は非常に短いので（G S Mシステムでは4、615ms）、高速フェージング及び突然の外乱に起因する変化を、端末装置がフレーム毎の測定値を数個のフレームにわたって平均するようにして補償するのが有益である。代表的な平均をとる時間t<sub>i</sub>は、数百ミリ秒間にわたって持続するいわゆるマルチフレーム時間である。しかし、測定に対する低速フェージングの強すぎる影響を避けるために、平均を取る時間は1秒より短い。以下の記述では、平均された受信信号電力にはR 0という記号を付す。基地局がT 0パラメータを形成し、リンク予算の効果が考慮されるのと逆の方法で端末装置はT 0パラメータをd B単位に変換する。デシベルとして示され



ているT0パラメータにt0というマークを付することにする。すると、端末装置が自分の送信電力として計算\*

$$S_i(t_i) = SB + D$$

ここで  $D = t_0 - R_0$  である。式(1)は、当然に、それが与える結果が端末装置の送信電力について決められている最小値と最大値との間にある場合に限り有効である。端末装置は値  $S_i(t_i)$  を自分のメモリーに記憶させるので、端末装置がパケットデータの送信を開始するときに端末装置はそれを使用することができる。式(1)が与える値  $S_i(t_i)$  が端末装置の送信電力の最小値より小さければ、端末装置は最小値を保存し、 $S_i(t_i)$  が大き過ぎれば端末装置は最大値を記憶する。

【0028】本発明の1実施例では、端末装置は、“初期”状態において、例えば前の“連続”状態から経過した時間又はBCCCHチャネル及び／又はPBCCCHチャネルの測定されたC/I比に基づく補正係数により、式(1)が与える送信電力の値を補正することができる。もし例えば端末装置が測定したC/I比が一定の閾値より低ければ、端末装置は送信電力を1レベル増大させることができる。

【0029】次に、“連続”状態の時の端末装置での本発明の電力制御アルゴリズムについて説明をする。1パケットが送信時に数個のブロックに分割され、それらが更に分割されてバーストとされる。パケット無線接続をモデル化するOSIモデル(Open Structured Interface(開放構造インターフェース))に従って、図2において符号20が付されている、データ転送通信網の側のRLCプロトコル層(Radio Link Control(無線リンク制御))は、全体として送られる各パケットに関して肯定応答を送る。パケットの長さは数バーストから数百バーストまで変化し得るので、1パケットを送るのにかかる時間は例えばGPRSシステムでは最短で18、46msであり、最長で1秒を上回る。以下の記述ではパケットの持続時間にはtcという符号を付する。

【0030】端末装置はデフォルト電力  $S_i(t_i)$  を使って送信を開始するが、その計算については上で説明してある。基地局(又は肯定応答を処理するデータ転送通信網の他の装置)は第1の肯定応答を形成し、それに、パケットに含まれているバーストから受信された信号の平均の質のレベルに関する情報を添付する。肯定応答メッセージは次のようにして形成されるのが好ましい、即ち、基地局は、全てのバーストから質のレベルを測定し、端末装置から送信されて基地局から更に通信網のSGSN装置(Serving GPRS Support Node(サービングGPRS支援ノード))に送られるバーストに基づいて基地局で収集されているパケットに平均された情報\*

$$S(t) = f(S_c(tc), t - t_c, S_i(t_i), t - t_i)$$

換言すると、次の送信電力値  $S(t)$  は関数  $f$  であり、その引数は上記のファクターである。端末装置は、次の

\*するデフォルト値  $S_i(t_i)$  は次のようになる：

(1)

※を添付し、そこから該肯定応答メッセージはその測定結果とともにダウンリンク方向に基地局から端末装置へと送られるのが好ましい。

【0031】本発明のこの実施例では、基地局が受信したバーストの質のレベルに関する情報は、RLCレベルの肯定応答メッセージの代わりに、基地局から端末装置への長いパケットのアップリンク送信中に送られる制御メッセージに添付される。この実施例は、パケットの平均の長さが余りに長いためにRLCレベルの肯定応答メッセージを待っていると端末装置へのフィードバック情報の送達に余りにも大きな遅れを生じさせてしまう場合に有利である。この実施例に必要な条件は、送信のマルチフレーム構造がパケットに含まれているフレーム間で送信電力を変更することを可能にするようなフレーム構造であること、並びに、基地局から送られる制御メッセージに必要な情報を添付できることである。

【0032】上記のようにターゲットレベル  $t_0$  が基地局のメモリーに記憶されており、前記ターゲットレベルは基地局の受信の追求されている質のレベルをデシベルとして記述する。端末装置は、フィードバックを、即ち測定された質のレベルに関する情報を、基地局から受信すると、ターゲットレベルと測定されたレベルとの差をデシベルとして計算する。この差を符号  $D_1$  で表すことにしよう。もし測定された質のレベルがターゲットレベルより高ければ、差  $D_1$  は負であり、基地局により測定された質のレベルがターゲットレベルより低ければ、差  $D_1$  は正である。閉ループ制御に従って、基地局の送信電力の次の値は、数値的に補正された送信電力、即ち、前に使われた送信電力と  $D_1$  との合計(符号  $S_c(t_c)$  で表す)となる。換言すると、端末装置は、基地局が受信する質のレベルがターゲットレベルに近くなるように、その送信電力を補正する。

【0033】しかし、本発明の方法では、“連続”状態の電力制御は、パケットの送信間に経過する時間も考慮に入れる。上で説明したように、端末装置は、“連続”状態の時にも送信電力の開ループ型デフォルト値  $S_i(t_i)$  を更新する。端末装置の次の送信電力値  $S(t)$  は、数値的に補正された送信電力  $S_c(t_c)$  と、平均の受信の質のレベルに関連する平均時間  $t_c$  と、送信電力の更新されたデフォルト値  $S_i(t_i)$  と、デフォルト値の決定のために使用される平均時間  $t_i$  とを考慮に入れた式により決定される。数学的にそれを次のように表すことができる：

(2)

パケットの送信の時に対応する、任意の時  $t$  に送信電力  $S(t)$  を計算する。その時の値  $t$  が大きければ、換言



すると前の肯定応答の受信から次のバケットの送信までに割合に長い時間が経過したならば、送信電力の値  $S(t)$  は送信電力の最新のデフォルト値  $S_i(t_i)$  に好ましく近づく。当然に、新しい送信電力の値  $S(t)$  は端末装置により決定される最小値と最大値との間になければならないという制限を式 (2) に設けなければならない。最小及び最大電力限界には 2 種類がある、即ち、端末装置の構成による固定された限界値と、しばし \*

$$S(t) = S_i(t_i) + (S_c(t_c) - S_i(t_i)) * e^{-\alpha(t-t_c)} \quad (3)$$

ここで  $\alpha$  は正のパラメータであり、その最も適当な値は試験により見いだすことができる。

【0035】端末装置は、電力値  $S(t)$  をメモリーに記憶させ、次のバケットのブロックを担うバーストを送信電力  $S(t)$  を使って送信する。次の肯定応答メッセージを受け取った後、次のバケットを送信する準備をするとき、端末装置は再び新しい電力値を計算する。別の実施例では、端末装置は、“連続”状態において最後の電力値だけではなくて一定数の最新の電力値を考慮に入れることができる。更に別の実施例では、一定のフレーム又はバケットが既に再送された回数に関する限り、端末装置は送信電力の値  $S(t)$  を最高許容電力  $S_{max}$  へ向けて大きくすることができる。再送は、普通は、送信電力を高めることによって防止することのできるデータ転送エラーの結果である。

【0036】最後の肯定応答の受信から所定限界時間より長い時間が経過したならば、その肯定応答に含まれているフィードバック情報は有効でなくなり、大きな制御エラーの確率があるために、それは端末装置が閉ループ制御に従って送信電力を補正するためには役に立たなくなる。その場合には次の送信電力は式 1 により決定されることになる、換言すれば、端末装置は、図 1 の印に従って“初期”状態に復帰している。数学的には、このことは、実例としての関数では、式 (3) で  $(S_c(t_c) - S_i(t_i)) * e^{-\alpha(t-t_c)}$  の項が意味がないほど小さいことに対応する。

【0037】送信電力の変化では、一定の限界ファクターを使用するのが得策であるが、これは送信電力の単一の最大許容変化を意味し、そのサイズは例えば 2 dB である。この限界ファクターを使用することにより、電力レベルの動揺を防止しようとするのである。即ち、電力レベルが急速に大きく変化すると、同一の又は隣り合う周波数で互いの近くに位置するセル同士の動作に影響を及ぼすいわゆる同一チャネル干渉に、それに対応する急速な変化が生じる。急速で大きな変化は、初めに、他方の、近くに位置するセルに補正反応を起こさせ、そしてこの補正反応は同一チャネル干渉として元のセルに跳ね返ってゆき、そのためにシステムが不安定になる可能性がある。

【0038】限界ファクター  $M$  は標準サイズを持つこともでき、またそれをそれぞれ送信されるべきバケットの

\* ばセル毎に異なる、通信網により決定されるセル毎の限界値と、がある。非常に小さいセルでは、基地局は、そのセルの領域にある端末装置が一定の電力限界値より高い電力で送信することを禁止する。この禁止は、この技術分野で公知の方法で信号伝送として端末装置に伝えられる。

【0034】関数  $f$  の可能な形として、値  $S_i(t_i)$  に指数関数的に近づく関数がある：

サイズに合わせたも良い：長いバケットの送信の時には肯定応答は希にしか送られず、それに対応する送信電力の補正も希に行われるだけなので、短いバケットを送信するときよりは補正量が大きくなる可能性がある（ファクター  $M$  がより大きくなる可能性がある）。回線交換 GSM リンクでは送信電力制御は 30 dB の広い範囲で 60 ミリ秒毎に 2 dB ずつ行われる。そこで、公知の GSM 端末装置は許容範囲の一方の境界値から他方へ約 1 秒で電力を変化させることができる。もし GPRS で転送されるべきバケットが最大 3 ブロックの長さを持っていれば、限界ファクター  $M$  は 2 dB となり得る。いずれにせよ、最大で 8 ブロックの長さの、より長いバケットでは、 $M$  の値は 4 dB となることができ、極端に長い（例えば 80 ブロック）バケットの場合には限界ファクター  $M$  は 30 dB もの大きさとなり得る。

【0039】基地局が受信時に測定した質情報をデータ転送通信網が全く提供しないのであれば、端末装置は自動的に開ループ制御だけを使用する。通信網が運ぶパラメータで、端末装置がその経過後に“連続”状態から“初期”状態に移行する限界時間を実質的に無限大に設定することができ、その場合、端末装置は常時“連続”状態であるが、肯定応答情報に基づいて計算された電力値と開ループ原理によって計算された電力値との比は式 (3) 又はこの目的のために使用される他の関数のパラメータに依存する。純粋な閉ループ型の制御での最初の送信の電力レベルは、例えばターゲットレベル  $T_0$  の最大値を使って最大電力として設定されることができる。

【0040】データ転送通信網は、電力制御に影響を及ぼす全てのパラメータを基地局を通して放送型の送信として全ての端末装置に送ることができる。その場合、電力制御の制御権は通信網に維持されるが、電力制御アルゴリズムは端末装置で作用する。

【0041】本発明の送信電力制御方法を、以上の記述ではセルラー無線システムの端末装置との関係で説明した。以下の記述では、この送信電力制御方法のセルラー無線システムの基地局への適用について説明する。従来技術の説明の項で述べたように、基地局での電力制御は、可能なあらゆる方法で電力消費をなるべく少なくしようとする端末装置での電力制御ほど重要ではない。基地局は、端末装置からの規則的 B C C H 又は P B C C H 型の送信を全く使用することができないので、基地局は

閉ループ制御の基礎を端末装置と同じアルゴリズムに置くことは出来ない。本発明の方法には2つの選択肢がある。基地局は、パケットの送信を開始するときには常に、該基地局に対して決められている最大電力を使用することができ、また、前のパケットの送信に関連してメモリーに保存されている電力値を維持して、それをそのまま、或いは一定のデフォルトだけ変更して、使用することもできる。この種の1つのデフォルトは、前のパケットの送信から経過した時間が長いほど端末装置が大きく移動した確率が高くなって、より大きな送信電力を必要とする不利な状況に変化している可能性があるようなデフォルトである。その場合には、基地局のメモリーに保存されている前のデフォルト値は、該基地局のために決められている最大送信電力と一致するまで、規則的間隔で大きく補正されてゆくことになる。

【0042】閉ループ型制御では、基地局は、端末装置がパケットを受け取った後、端末装置からRLCレベルに応じた肯定応答を受け取る。1つのパケットを送るのに必要なバーストの数は、数個から数百個の範囲にわたる。端末装置は、受け取ったパケットのバーストの平均の質のレベルについての情報を肯定応答メッセージに包含させる。基地局システム又は基地局コントローラは、端末装置の動作に関して上で述べたのと同じようにして電力値 $S_c(t_c)$ を計算する。基地局は、規則的に受信される制御信号に基づいて計算される端末装置のそれと同じ種類の $S_i(t_i)$ 値を利用できないので、基地局は適当な関数を使って次の送信電力の値を決定し、その場合、送信電力の値は少なくとも値 $S_c(t_c)$ の大きさにあって、やがて最大電力 $S_{max}$ に近づいてゆく。当業者であれば、適当な関数を幾つか容易に与えることができる。

【0043】図3を参照すると、本発明の方法が略フローチャートとして示されている。値 $S_i(t_i)$ の決定が本書で解説されているので、この図の符号は特に端末装置に関連している。基地局に当てはめる場合には、値 $S_i(t_i)$ は図では値 $S_{max}$ と置き換えられなければならない。その場合ブロック30及び31は不要である。“初期”状態では、端末装置はブロック30、31、32、33から成るループを回る。ブロック34でパケットを送信し、ブロック35でRLCレベルの肯定応答を受け取った後、端末装置は“連続”状態に移行する。ブロック36及び37で、閉ループ制御に従って数値補正された電力値 $S_c(t_c)$ が計算される。ここでは肯定応答メッセージとともに送信される受信された信号の質の測定された結果は項RXQUALで表されている。パケットの送信と送信との間に短い中断があれば、端末装置はブロック38及び40から成るループを回り続け、この巡回は、新しいパケットが送信されるか又は“連続”状態について予め決められている限界時間が過ぎたならば中断される。図を明確にするために、値 $S_i$

( $t_i$ )の更新は“連続”状態においても続けて行われるという事実はこの流れ図には含まれていないけれども、上の解説に基づいて、ブロック39で、常に最新の、更新された $S_i(t_i)$ 値が送信電力を計算するために使われることは明かである。

【0044】本発明の方法に、送信電力を増大させることによるエラー状態からの回復を付け加えることもできる。その場合には、メッセージを送る装置は、もしパケットの転送が失敗すれば、送信電力が不十分だったので送信電力は最大許容補正幅(限界ファクターMと同じ)だけ上向きに補正されることになると自動的に考える。チャンネル割り当て要求、即ち、パケットの実際の転送の前に端末装置から送られるいわゆるランダムアクセスメッセージが本発明に従って閉ループ制御により決定された電力レベルで送信される場合にも、重要なチャンネル割り当て要求の自動的優先順位格付けも本発明の方法に付け加えることができる。例えば緊急メッセージに関連していたり或いはその他の意味で特別に重要であるようなチャンネル割り当て要求を端末装置が送らなければならない場合には、端末装置は、式(1)が与える送信電力の有効なデフォルト値より数デシベルだけ大きい値に送信電力を自動的にセットすることができる。

【0045】その後で端末装置が“初期”状態に戻るようになる限界時間も動的に決定することができるのであり、例えばもし送信電力が1パケット交換リンク中に何回も補正されたならば、限界時間は送信電力が長時間にわたって同じに保たれた場合より短くセットされる。同じ動的変更の可能性が、式(3)の全てのパラメータA、B、 $\alpha$ 及び $\beta$ に、また式(3)の代わりに関数fの他の式が使われる場合には、種々の補正ファクターの重要度に影響を及ぼす他のパラメータに、関わる。

【0046】前のパケットの送信から経過した時間の長さに関わらず、次のパケットを送信するための送信電力のデフォルト値を送信側の装置は常に知っているのので、送信側の装置は、送信されるべきパケットが送信可能となったときに送信を直ちに開始することができるので、本発明は従来技術より有利である。これは、基地局が初めにデータ転送リンクの質を測定し、その測定に基づいて電力制御コマンドを端末装置に与え、それに応じて端末装置がパケットを送信する前にその送信電力を適正に制御しなければならないシステムと比べて、顕著な改善である。本発明の方法は、閉ループ制御及び閉ループ制御の有益な特徴を結びつけるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理の略状態図を示す。

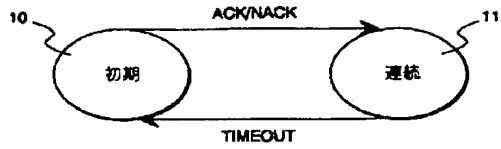
【図2】GPRSシステムにおける公知のプロトコルスタックを示す。

【図3】本発明の1つの好ましい実施例の流れ図として示す。

【符号の説明】

17  
30、31…制御信号の測定  
R0…信号電力

【図1】



(10)

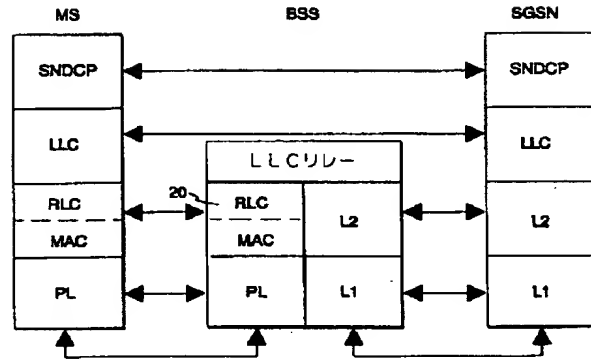
特開平10-65612

18

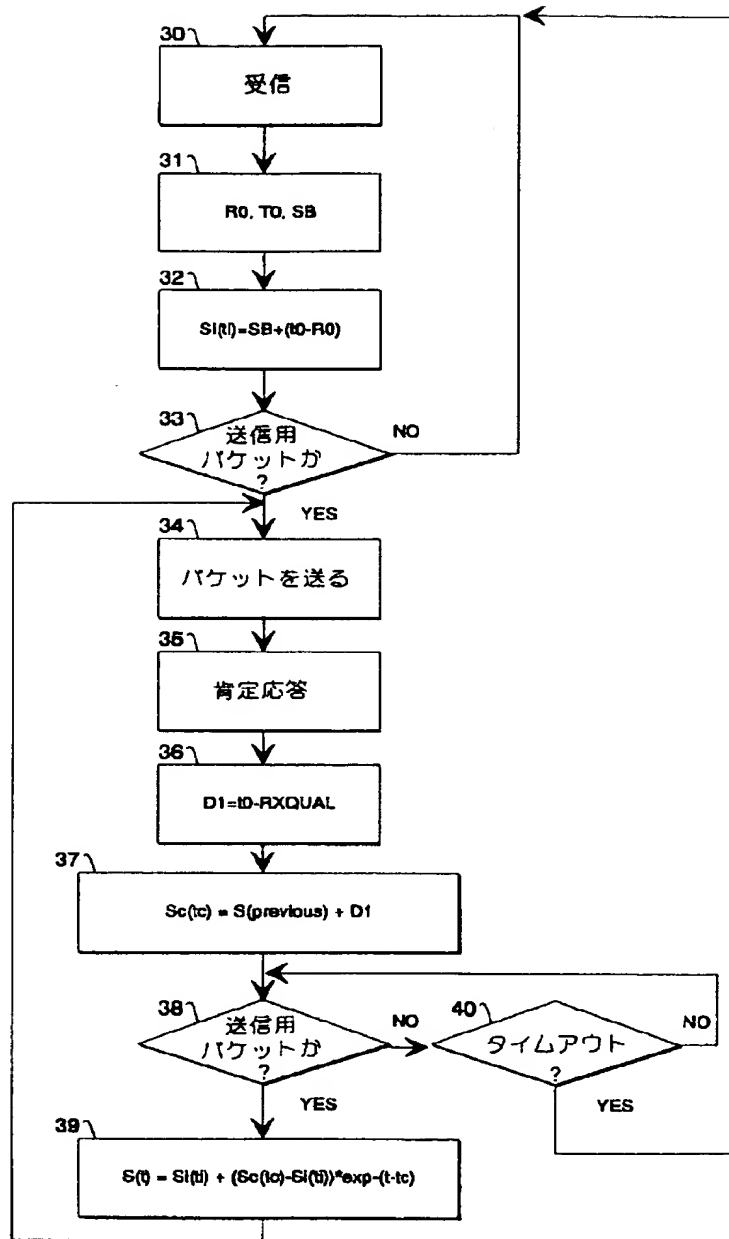
\* t0…ターゲットレベル

\*

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 ハリ ヨキネン  
フィンランド国、エフィーエン-25370  
ヒーシ、ベヘヒーデンティエ 450

(72)発明者 リチャード フェールマン  
フィンランド国、エフィーエン-00320  
ヘルシンキ、カウッパランティエ 27-29  
アー 9